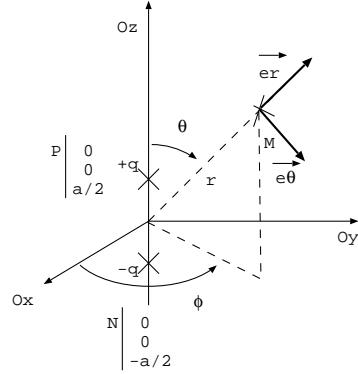


J'apprends le cours sur les dipôles électriques

1. Définir la notion de dipôle électrique et donner deux exemples.

On adopte les notations suivantes pour un dipôle comprenant les charges $+q$ et $-q$ de coordonnées respectives $(0, 0, a/2)$ et $(0, 0, -a/2)$. M est repéré par ses coordonnées sphériques.

2. Exprimer le moment dipolaire \vec{p} de ce dipôle.



3. Dire en quoi consiste l'approximation dipolaire.

4. Démontrer dans l'approximation dipolaire $\frac{1}{PM} = \frac{1}{r} \left(1 + \frac{a}{2r} \cos \theta\right)$. En déduire l'expression de $\frac{1}{NM}$.
Donnée: $(1 + \epsilon)^n \approx 1 + n\epsilon$ pour $\epsilon \ll 1$.

5. Déduire des invariances et des symétries les variables du champ électrique et les vecteurs dont il dépend.

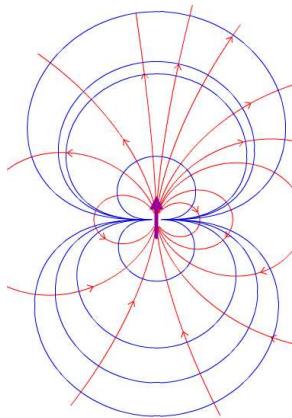
6. On donne: $\frac{1}{PM} = \frac{1}{r}(1 + \frac{a}{2r} \cos \theta)$ et $\frac{1}{NM} = \frac{1}{r}(1 - \frac{a}{2r} \cos \theta)$ dans l'approximation dipolaire.

En coordonnées sphériques: $\vec{\text{grad}} = \frac{\partial}{\partial r} \vec{e}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \vec{e}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \phi} \vec{e}_\phi$.

Exprimer le potentiel et le champ électrique en M dans l'approximation dipolaire.

7. Justifier le fait que le potentiel est nul pour $\theta = \pi/2$ et qu'il est positif pour $\theta < \pi/2$.

8. On donne la carte de champ créé par un dipôle dans l'approximation dipolaire. Commenter cette carte et tracer l'allure des lignes de champ d'un dipôle quand on ne fait pas l'approximation dipolaire.



9. On donne les expressions intrinsèques du potentiel et du champ électriques: $V(M) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{OM}}{4\pi\epsilon_0 OM^3}$ et $\vec{E}(M) = \frac{3(\vec{p} \cdot \vec{OM})\vec{OM} - \vec{p}OM^2}{4\pi\epsilon_0 OM^5}$. Retrouver les expressions du potentiel et du champ en coordonnées sphériques.

10. Soit un dipôle de moment dipolaire \vec{p} placé dans un champ électrique \vec{E} . On note θ l'angle entre les deux vecteurs. Exprimer l'énergie potentielle du dipôle et tracer la courbe énergie potentielle en fonction de θ . On donne: $E_p = -\vec{p} \cdot \vec{E}$. Commenter cette courbe.

11. Exprimer la force et le couple subis par un dipôle modélisé par une charge $+q$ et $-q$ distantes de a , placé dans un champ électrique uniforme. En déduire le mouvement d'un dipôle dans un champ électrique uniforme.

12. On considère la molécule de méthanal CH_2O de moment dipolaire $\vec{p} = p\vec{e}_z$ avec $p > 0$. Ce dipôle est placé en M sur l'axe Oz à la côte z . En O se trouve un cation portant une charge $+Q$. Exprimer et commenter la force subie par le dipôle pour $z > 0$. On donne la force exercée par un champ électrique sur un dipôle placé en M : $\vec{F} = (\vec{p} \cdot \vec{\text{grad}}) \vec{E}(M)$.